

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-296455

(43)Date of publication of application : 24.10.2000

(51)Int.Cl.

B24B 27/06

(21)Application number : 11-102857

(71)Applicant : TOKYO SEIMITSU CO LTD

(22)Date of filing : 09.04.1999

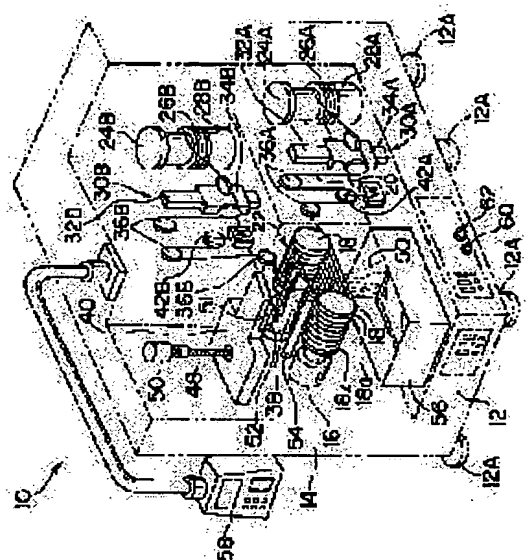
(72)Inventor : TAGO KAZUHIRO  
TSUKADA SHUICHI

## (54) FIXED ABRASIVE GRAIN MULTI-WIRE SAW

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form desirable wafer cut surfaces efficiently at low machining cost via cutting by fixed abrasive grain multi-wire saws.

SOLUTION: In cutting, a fixed abrasive grain multi-wire saw 10 sprays water or water-soluble machining fluid 50 over cut portions of an ingot 38 and thereabout. The machining fluid 50 can thus be easily batch-controlled, so that the construction of the fixed abrasive grain multi-wire saw 10 is simplified accordingly. An improvement in cooling effect can maintain desirable precision in the cut surfaces and also a desirable working environment, and can facilitate the handling of the machining fluid 50. The wire saw 10 is thus highly productive despite of low cost.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-296455

(P2000-296455A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 2 4 B 27/06

識別記号

F I

B 2 4 B 27/06

テーマコード(参考)

H 3 C 0 5 8

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-102857

(22) 出願日 平成11年4月9日 (1999. 4. 9)

(71) 出願人 000151494

株式会社東京精密

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号

(72) 発明者 田子 一弘

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号 株式会社東京精密内

(72) 発明者 塚田 修一

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号 株式会社東京精密内

(74) 代理人 100083116

弁理士 松浦 憲三

Fターム(参考) 3C058 AA05 AA16 AA18 AB03 AC04

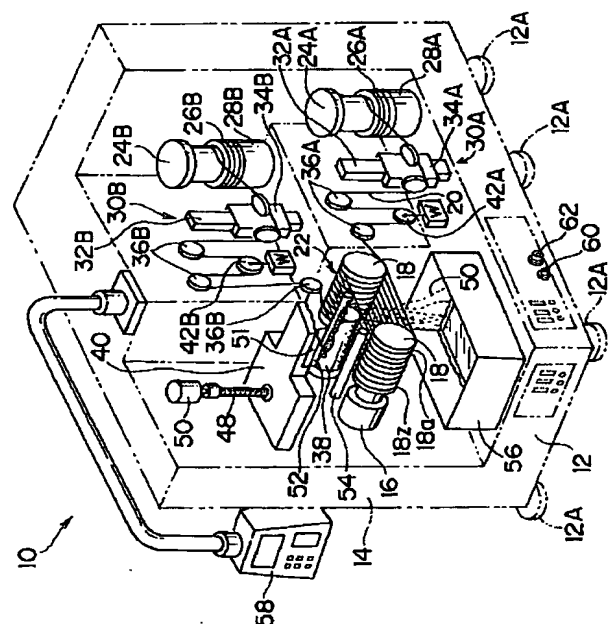
CA05 CA06 CB01

(54) 【発明の名称】 固定砥粒マルチワイヤソー

(57) 【要約】

【目的】 固定砥粒マルチワイヤソーによる切断加工において、良好なウェーハ切断面を得るとともに、能率良く低コストで加工する。

【構成】 固定砥粒マルチワイヤソー10においてインゴット38の切断部分とその近傍に水または水溶性の加工液50を噴射しながら切断加工を行うようにしたので、加工液50の一括管理が容易に可能となり、固定砥粒マルチワイヤソー10の部品構成が簡潔となった。更に冷却効果の向上により切断面精度を良好な状態に維持でき、作業環境を良好な状態に維持できるとともに、加工液の処理を容易に行える。従って低コストで生産性の高いワイヤソーを提供することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ワイヤ表面に砥粒が固着された固定砥粒付ワイヤを走行させながら被加工物を押し当てることにより、該被加工物を切断する固定砥粒マルチワイヤソーにおいて、

前記被加工物の切断部分とその近傍に水または水溶性の加工液を噴射しながら切断加工を行うことを特徴とする固定砥粒マルチワイヤソー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は固定砥粒マルチワイヤソーに係り、特にシリコン、ガラス、セラミックス等の脆性材料を切断する固定砥粒マルチワイヤソーに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 棒状の材料（インゴット）を切断して薄板（ウェーハ）を製造する装置の一つにワイヤソーがある。ワイヤソーは所定のピッチで張架されたワイヤ列を高速走行させ、そのワイヤ列に被加工物を押し当てることにより多数枚のウェーハに同時に切断する装置である。

【0003】 このワイヤソーには従来から主に使用されている遊離砥粒方式による遊離砥粒ワイヤソーと、切断加工面の精度を向上させるとともに切断加工コスト低減の要求により近年開発されている固定砥粒方式による固定砥粒マルチワイヤソーがある。遊離砥粒ワイヤソーは、所定ピッチで張架されたワイヤ列を高速走行させ、ワイヤ列とインゴットとの接触部に遊離砥粒を油性の研削液に分散させた加工液（スラリーとも呼ばれる）を供給することにより、一種のラッピング作用によってインゴットを多数枚のウェーハに切断する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の遊離砥粒ワイヤソーに於いては、遊離砥粒を含んだスラリーの粘性や切断加工時の加工熱の吸収等の理由によりスラリーの温度管理をワイヤソー内部で行う必要があった。そのため、該ワイヤソー内部にスラリーの温度や流量の制御ユニットを内蔵していることと、遊離砥粒ワイヤソーの加工室内から架線室にワイヤが走行する際に、架線室内のガイドローラの摩耗を抑制するために加工室内で該ワイヤを洗浄する必要があり、これらの部品構成が複雑でワイヤソーが高価になってしまっていた。

【0005】 油性のスラリーはスラリー自体の粘性が高い理由から約 26℃ 程度に温度調節しているため、切断加部の冷却性が不十分で切断加工部が高温になり切断精度が悪化する原因となっていた。また、遊離砥粒を含むスラリーを切断に用いると飛散したスラリーによって加工機内部及び周辺に於いて作業者に対する作業環境が劣悪となるうえにメンテナンスや清掃に多大な作業時間を要するとともに、切断したウェーハの後工程に於いて該ウェー

ハの洗浄が困難であった。また、使用済みスラリーや洗浄によって洗い流されたスラリーの産業廃棄物としての処理に多大な費用を要するという不具合があった。

【0006】 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、ワイヤソーの部品構成が簡潔で、切断面精度を良好な状態に維持でき、作業環境を良好な状態に維持でき、加工液の処理が容易となるワイヤソーを提供することを目的とする。

## 【0007】

10 【課題を解決するための手段】 本発明は前記目的を達成するために、ワイヤ表面に砥粒が固着された固定砥粒付ワイヤを走行させながら被加工物を押し当てることにより該被加工物を切断する固定砥粒マルチワイヤソーにおいて、前記被加工物の切断部分とその近傍に水または水溶性の加工液を噴射しながら切断加工を行うことを特徴としている。

20 【0008】 本発明によれば、固定砥粒マルチワイヤソーにおいて被加工物の切断部分とその近傍に水または水溶性の加工液を噴射しながら切断加工を行うようにしたので加工液の一括管理（固定砥粒マルチワイヤソーの外部又は工場設備に於ける一括管理）が可能となったため、固定砥粒マルチワイヤソーの部品構成が簡潔になった。更に、被加工物の切断面精度を良好な状態に維持でき、作業環境を良好な状態に維持でき、加工液の処理が容易となる低コストで生産性の高い固定砥粒マルチワイヤソーを提供することができる。

## 【0009】

30 【発明の実施の形態】 以下、添付図面に従って本発明に係る固定砥粒マルチワイヤソーの実施の形態について詳説する。図 1 は、本発明に係る固定砥粒マルチワイヤソー 10 の実施の形態を示す斜視図である。

40 【0010】 同図に示すように、防振台 12A、12A、…を介して設置された架台 12 にはコラム 14 が垂直に立設されている。このコラム 14 には一対のスピンドルユニット 16、16 が所定の間隔をもって水平に配設されており、該スピンドルユニット 16、16 にグループローラ 18、18 が回転自在に支持されている。グループローラ 18、18 の外周には、それぞれ一定ピッチで多数の溝 18a…18z が形成されており、この溝に固定砥粒付ワイヤ 20 を巻き掛けることによりワイヤ列 22 が形成される。

50 【0011】 前記グループローラ 18、18 に巻き掛けられる固定砥粒付ワイヤ 20 は、繰出側のワイヤリール 24A から供給され、巻取側のワイヤリール 24B に巻き取られる。そして、前記繰出側のワイヤリール 24A は、グループローラ 18、18 の先端部側の溝 18a の延長線上に設置されており、前記巻取側のワイヤリール 24B は、グループローラ 18、18 の反対側の基端部側の溝 18z の延長線上に設置されている。

【0012】 前記繰出側のワイヤリール 24A と巻取側

のワイヤリール 24 A は、共にターンテーブル 26 A、26 B 上に固定されている。ターンテーブル 26 A、26 B は、前記架台 12 上に設置されたリール駆動モータ 28 A、28 B に連結されており、このリール駆動モータ 28 A、28 B を駆動することにより回転する。そして、このターンテーブル 26 A、26 B が同期して回転することにより、前記繰出側のワイヤリール 24 A と巻取側のワイヤリール 24 B が同期して回転し、この結果、繰出側のワイヤリール 24 A から巻取側のワイヤリール 24 B に向かって固定砥粒付ワイヤ 20 が走行する。

【0013】前記繰出側のワイヤリール 24 A と巻取側のワイヤリール 24 B の近傍には、それぞれトラバース装置 30 A、30 B が設置されている。トラバース装置 30 A、30 B は、ワイヤリール 24 A、24 B の軸線に沿って配設されたガイドレール 32 A、32 B と、そのガイドレール 32 A、32 B 上を図示しない駆動手段に駆動されて上下動するローラユニット 34 A、34 B とから構成されている。ローラユニット 34 A、34 B は、ワイヤリール 24 A、24 B に対する固定砥粒付ワイヤ 20 の繰出位置又は巻取位置に応じて上下動し、固定砥粒付ワイヤ 20 が繰出側のワイヤリール 24 A から一定のピッチで繰り出されるように案内するとともに、巻取側のワイヤリール 24 B に一定のピッチで巻き取られるように案内する。また、ワイヤ素線から固定砥粒の脱落を防止する目的で固定砥粒付ワイヤ 20 をワイヤリール 24 B に対して（又は 24 A に対して）、七子目に巻き掛けてもよい。

【0014】固定砥粒付ワイヤ 20 に張力を印加するためのダンサローラ 42 A、42 B が、ガイドローラ 36 A、36 A 間及びガイドローラ 36 B、36 B 間に設けられている。前記グルーブローラ 18、18 に形成された両端の溝 18 a、18 z の延長線上には、それぞれ繰出側のガイドローラ 36 A、36 A … と巻取側のガイドローラ 36 B、36 B … が設置されている。前記繰出側のワイヤリール 24 A から繰り出された固定砥粒付ワイヤ 20 は、この繰出側のガイドローラ 36 A、36 A … に巻き掛けられることによりグルーブローラ 18、18 に導かれる。また、グルーブローラ 18、18 から繰り出された固定砥粒付ワイヤ 20 は、この巻取側のガイドローラ 36 B、36 B … に巻き掛けられることにより巻取側のワイヤリール 24 B に導かれる。

【0015】前記ワイヤ列 22 の上方には、被加工物であるインゴット 38 を装着するためのワークフィードテーブル 40 が設置されている。ワークフィードテーブルは図示しない案内装置によってワイヤ列 22 に対して垂直にスライド自在に支持されている。ボールネジ 48 は前記ワークフィードテーブル 40 に形成された図示しないナット部が螺合されており、このボールネジ 48 をコラム 14 に設置されたワーク送りモータ 46 で回転させ

ることにより、ワークフィードテーブル 40 が案内装置に沿って上下動する。インゴット 38 は、このワークフィードテーブル 40 の下部にワークプレート 51、スライスペース 52 を介して着脱自在に装着される。

【0016】また、前記ワイヤ列 22 の上方には、複数の加工液ノズル 54、54 が設けられており、インゴット 38 の切断中はインゴット 38 とワイヤ列 22 との接触部に向けて加工液 50 が噴射される。なお、加工液 50 は、架台 12 に設けられた加工液供給口 60 から供給され、加工液ノズル 54、54 から噴射（ワイヤ 1 本当たり 10～1000 cc/min）されて加工に寄与したのちワイヤ列 22 の下方部に設置されたドレンパン 56 で回収される。回収された加工液 50 は架台 12 に設けられた加工液排出口 62 から排出され、集中管理されたのちに再利用または廃棄処理される。また、加工液 50 は、ワークプレート 51 の内部に循環させて加工熱による被加工物の熱変形を抑えるように構成してもよい。

【0017】なお、インゴット 38 の切断加工に際しては切断粉が発生する。加工液 50 は固定砥粒付ワイヤとインゴット 38 間の切断抵抗を減少させ、切断時に発生する加工熱を吸収し固定砥粒付ワイヤ 20 の各砥粒間に堆積した切断粉の排出性を良くするために用いる液体である。固定砥粒マルチワイヤソー 10 にはコントロールパネル 58 が設けられており、このコントロールパネル 58 に入力された切断条件（ワイヤ速度、ワーク送り速度、ワーク径等）に基づいて固定砥粒マルチワイヤソー 10 が制御される。

【0018】前記のごとく構成された本発明に係る固定砥粒マルチワイヤソー 10 の作用は、次の通りである。まず、インゴット 38 をワークフィードテーブル 40 に取り付ける。次に、コントロールパネル 58 から切断条件を入力する。そして入力後、装置を稼働させる。

【0019】まず、リール駆動モータ 28 A、28 B とグルーブローラ 18、18 が駆動され、これにより、繰出側のワイヤリール 24 A から巻取側のワイヤリール 24 B に向けて固定砥粒付ワイヤ 20 が走行する。次に、ワーク送りモータ 46 が駆動され、ワークフィードテーブル 40 がワイヤ列 22 に向かって下降する。これにより、インゴット 38 が走行するワイヤ列 22 に押し当てられる。また、ワークフィードテーブル 40 の下降と同時に加工液ノズル 54、54 から加工液 50 が噴射され、ワイヤ列 22 とインゴット 38 との接触部に加工液 50 が供給される。

【0020】以上のようにしてワイヤ列 22 に押し当てられたインゴット 38 は、そのワイヤ列 22 を構成する固定砥粒付ワイヤ 20 に接触部を研削されて多数枚のウェーハに同時に切断される。なお、本実施の形態の固定砥粒マルチワイヤソー 10 では、固定砥粒付ワイヤ 20 を一方向にのみ走行させてインゴット 38 を切断するようにしているが、固定砥粒付ワイヤ 20 を往復走行させ

てインゴット38を切断するようにしてもよい。

【0021】図2は、インゴット38を切断中の固定砥粒ワイヤ20を誇張して示した断面図である。以下に、固定砥粒付ワイヤ20の構造について説明する。図2に示す例では固定砥粒付ワイヤ20は、高張力線材等の素材によるワイヤ素線71と、ダイヤモンド、CBN、B<sub>4</sub>C、SiC、WC、TiC、GC、アルミナ等の材質による比較的大きな大砥粒72と、ダイヤモンド、CBN、B<sub>4</sub>C、SiC、WC、TiC、GC、アルミナ等の材質による比較的小さな小砥粒73と、ワイヤ素線71と大砥粒72と小砥粒73とを固着している固着材74（バインダー）とから構成されている。

【0022】被加工物のインゴット38の材質は、Si（シリコン）、GaAs、GaPに代表される半導体材料や、磁性材、水晶、サファイヤ等である。なお、大砥粒72や小砥粒73の固着方法については、CoやNi、Cu等の金属をバインダーとする電着による方法や、有機材料または無機材料による固着（熱硬化等）の樹脂固定等による方法を用いるが、本発明はこれらの方法に限定されるものではない。ただし、樹脂固定の方法によれば、容易に砥粒の集中度を下げる事が可能である。また、ワイヤ素線71の材質は、ピアノ線や高抗張力非金属繊維線（ファイバ等を含む）でもよいし、該ワイヤ素線71に表面処理を行うことも考えられる。ワイヤ素線71の断面形状も円形でも多角形でもよいし、構造についても単線であっても、縀り線であっても本発明の目的は達成される。一般にワイヤソーに於ける前記ワイヤ素線71の線径は50～300μmの範囲のワイヤ素線71を用いる。更に大砥粒72と小砥粒73の粒度についても限定されるものではなく、図2に示したように異なる2つの粒度でもよいし、単一の粒度の砥粒を固着したものでもよいし、異なる3つ以上の複数の粒度を持つ混粒でもよい。例えば大砥粒72の材質をダイヤモンドとしてその粒度をメッシュ250番とし、小砥粒73の材質をSiCとしてその粒度をメッシュ8000番のように組み合わせて、固着材74を用いてワイヤ素線71に固着する。また、固着材74に気孔と呼ばれる空洞を設けることによって、切断粉75が砥粒と砥粒の間に堆積して切断能力が低下することを防ぐようにすることも可能である。

【0023】水溶性の加工液50には、単純に無添加の市水や純水を用いてもよいし、切削時の切断抵抗を減少させる目的で塩素系パラフィンや硫化脂肪油等に代表される極圧添加剤や、砥粒及び被加工物と加工液50とのなじみを良くすると共に切断部への浸透性を高める脂肪酸石鹸やポリオキシエチレン誘導体等の界面活性剤や、該界面活性剤により発生しやすくなる泡を消すためにシリコーンエマルジョンや高級アルコール等の消泡剤等を適宜混入するとよい。

【0024】その他にも、潤滑性を高めるためにエステ

ル油や、固定砥粒マルチワイヤソー10の構成部品の錆を防ぐ目的でカルボン酸塩やエステルやアミン誘導体等の有機物や、リン酸塩やほう酸塩等の無機物の防錆剤を混入してもよい。水溶性の加工液50には上記のとおり水に溶けない油性の鉱油を混入して用いる。前記の界面活性剤は微粒子状の鉱油と水との界面に規則正しく配向、吸着し、界面エネルギーを下げることにより、鉱油粒子を水中に長時間安定に分散、乳化あるいは可溶化させる。こうした乳化調整に加えて、陰イオン系界面活性剤は潤滑、錆止め剤としても重要であり、非イオン系は浸透性、ぬれ性、洗浄性の向上といった効果がある。

【0025】鉄などの金属表面に水と酸素が共存すると、局部電池が形成されて浸食電流が流れることにより、金属が水中に溶出してくる。錆止め剤は、こうした状況下にある金属表面に周密な吸着皮膜を形成し、水や酸素分子による酸化を防ぐ働きをする。一般の金属は、アルカリ性下で不動体を形成して腐食反応の進行を抑制するため、液のpHを9～11程度に保つことが有効である。しかし、固定砥粒マルチワイヤソーの構成部品にアルミニウムや亜鉛の合金が用いられている場合には、アルカリ性溶液中でも腐食が起こるためpHを低めに抑える配慮も必要となる。

【0026】水溶性の加工液50の欠点の1つは腐りやすいことである。特に鉱油の含有量が多いエマルジョン系の加工液50では鉱油の含有量が少ないソリュブル系と比べてアルカノールアミンの使用料が少なくpH維持力が劣るため、防腐剤の添加が不可欠となる。防腐剤の混入は、微生物の細胞の破壊あるいは代謝活動の阻止が目的である。かびや酵母等の真菌類は細胞組織が人の細胞組織とよく似ているので、それらに有効な殺菌剤を使用する際には人体に影響のないよう十分な配慮が必要である。

【0027】上記に説明したような各種の添加剤の混入量は目的に応じて0.3～10%（希釈倍率10～300倍）程度である。切断加工時にはワイヤ素線71に固着させた砥粒に切削抵抗や摩擦抵抗が加わる。また、切削工具である固定砥粒付ワイヤ20の寿命は砥粒の欠けや摩耗、脱落といった工具の損傷量によって決定する。切断性能の良いダイヤモンドやCBNの硬度は非常に高いが、脆性についての性質が悪く欠けやすい。この砥粒の欠けを防止するためには切削抵抗や、摩擦抵抗を減じることが有効である。そのためには極圧添加剤や潤滑剤を加工液50に添加するとよい。なお、水自体は油性の加工液と比較して被加工物や固定砥粒付ワイヤに対するぬれ性が悪いので、浸透性を高めるためにも界面活性剤を添加する。また、切削抵抗が減少すると、非加工物の切断面に生じるマイクロクラックを減少させることができるので、良質なウェーハを得ることが可能となる。

【0028】切断時には切断エネルギーの90%以上が発熱という結果であられる。熱は固定砥粒付ワイヤ20

や被加工物、切断粉75から発散するが、被加工物はシリコン等のインゴットなので熱伝導率は約80 (W/m・K) と大きいものの、比熱が680 (J/kg・K) と小さい値をとるので切断中は高温になりやすい。切断部分が高温となると被加工物表面の組成にも悪影響を及ぼす。

【0029】また、ワイヤ素線71は一般に鋼製なので熱伝導率と比熱が共にシリコンインゴットよりも小さいことに加えて線径が約0.15 (mm) と非常に細いのでやはり温度が上昇し易く、高温になるとバインダーの固着力が低下して砥粒が脱落し易くなるという不具合が生じる。従来の遊離砥粒ワイヤソーで一般に用いられている油性のスラリは、熱伝導率が約0.15 (W/m・K)、比熱が約2000 (J/kg・K) 程度であった。これに対して水の熱伝導率は0.61 (W/m・K)、比熱が約4179 (J/kg・K) と、熱伝導率は油性のスラリと比べて4倍、比熱も2倍以上と、切断加工部の冷却に適している。また油性のスラリは、スラリ自体の粘性が高い理由から約26°C程度に温度調節しているので、切断加部の冷却性が不十分で切断加工の精度が悪化する原因となる。これに対して水溶性の加工液50の温度設定は結露しない程度に5~20℃と低く設定することが可能である。従って水溶性の加工液50を用いることによって従来より切断部の温度上昇が抑えられるのでマイクロクラック等の加工変質層の少ない良質なウェーハが得られ、固定砥粒付ワイヤ20の寿命が延び、更に高速で固定砥粒付ワイヤ20を走行させて切断することが可能となったので生産効率が向上して切断コストが下がる。

【0030】また、一般的に固定砥粒付ワイヤは高価であるので、固定砥粒付ワイヤの寿命を延ばすことはウェーハの製造コストを下げる為に必須の課題である。前述のとおり水溶性の加工液50は冷却性が良いが、過冷却になると固定砥粒ワイヤの20の熱疲労によってかえって固定砥粒付ワイヤ20の寿命が短くなることもあるので注意が必要である。

【0031】水溶性の加工液50の貯留は、従来の遊離砥粒ワイヤソーで行っていたように各々のワイヤソーに貯留タンクとポンプと加工液温調装置とを備えて加工液50を循環して使用してもよい。従来の遊離砥粒ワイヤソーではスラリ中に含まれる砥粒等が沈降し配管が詰まってしまう易かったので、長く屈曲した配管経路内にスラリを安定して流すことができなかったが、水溶性で砥粒を含まない水溶性の加工液50であれば長い配管経路を経由してワイヤソーへ供給することが容易である。従ってウェーハの切断加工工場に於いて、水溶性の加工液50を一括して貯留、品質管理、温度管理をして複数設置されている固定砥粒マルチワイヤソーに対して加工液50を供給、回収することが可能となる。このように加工液50を集中して1箇所または複数箇所の加工液貯蔵

部で管理することによって固定砥粒マルチワイヤソー本体を小型化することが可能となるとともに、加工液50の管理や交換も各々のワイヤソーに於いて行わなくてもよいので加工液50の品質状態を管理しやすく保守作業工数の低減を計ることができ、しいてはウェーハの切断加工面の精度向上にもつながる。

【0032】切断に使用した水溶性の加工液50は、切断粉や砥粒の粉等のスラッジを多く含んでいるので、再利用する際にはスラッジを濾過したり遠心分離して除去し、温度調節を行った後に再び固定砥粒マルチワイヤソーへ供給する。加工液50を再利用しない場合には廃液処理を行った後に廃棄する。油性のスラリ廃液を処分するには、焼却処分する。その際塩素系や硫黄系の添加剤を含んでいると燃焼時に塩化水素や亜硫酸ガス等の腐食性ガスが発生するのでこれらの有害物質を除去するために燃焼処理設備に洗煙工程が必要となっている。これに対して水溶性加工液50の廃液はエマルジョンを破壊して油分を回収した後にスラッジを除去し水質検査を行って処理水を河川等に放流すればよいので、処理は容易である。

【0033】切断したウェーハ表面の加工変質層を浅くするには、ウェーハに対する砥粒一つ一つの切り込み量を減らせばよい。そのためには切断送り量を減らすか、ワイヤの走行速度を増すことが必要である。切断送り速度を遅くすると切断加工能率が低下するが、ワイヤ走行速度の向上は切断能率の面で有利であるので、従来の遊離砥粒ワイヤソーではスラリの供給面で設定不可能であったワイヤ速度の高速化を図ることができる。

【0034】図3にワイヤ走行速度V (m/min) と加工変質層深D (μm) との関係を測定した結果を示す。図3に示すとおり、加工変質層の深さは、ワイヤ走行速度1200 (m/min) 以上で急激に減少しており、900 (m/min) 時の約半分の5 (μm) 程になる。従来の遊離砥粒ワイヤソーでは砥粒がスラリ中に含まれており、スラリ中の砥粒によるラッピング作用で被加工物であるインゴットを切断していたためスラリ中の砥粒がワイヤに乗りにくく、切断部分に十分に引き込まれて行き渡らないとソーマークが過剰になり、インゴット38をきれいに切断できなかった。そのために遊離砥粒方式におけるワイヤ走行速度の最大設定値は600~800 (m/min) 程度が限度であった。ところが固定砥粒マルチワイヤソーにおいては、加工液50は切断部を潤滑する程度存在すればよいので、ワイヤ走行速度の上限を上げることが可能となる。

【0035】図4にワイヤ走行速度V (m/min) を横軸に、切断抵抗FZ (gf/cm) との関係を示す。図4に示すとおりワイヤ走行速度Vが増加するに従って切断抵抗FZは減少する傾向がある。切断抵抗FZが減少するとウェーハ切断面のうねり量が減少し良好なウェーハが得られる。これらの効果により、切断加工の能率

を向上することができるとともに、切断面の加工変質層を薄くできるため良質なウェーハを安価にて製作することが可能となり、更に大砥粒 72、72…の一つ一つにおける切り込み量が減少するので大砥粒 72、72…の脱落する確率が少なくなり固定砥粒付ワイヤの寿命を延ばすことが可能となった。

【0036】更に、図 2 に示される構造の固定砥粒付ワイヤ 20 では、切断に寄与する大砥粒 72 が小砥粒 73 及び固着材 74 によって固着されているので、大砥粒 72 の固着力が高い。また、切断に寄与する大砥粒 72 をダイヤモンドや CBN とし、小砥粒 73 をダイヤモンドや CBN と比較してはるかに安価な SiC や Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> とすることによって、切断能力が高い固定砥粒付ワイヤを安価で提供することが可能となる。更に前記説明のとおりウェーハの切断加工面のうねりを少なくすることができ、以下に述べるように切断時間と切断コストの低減を図ることができる。

【0037】図 5 に横軸にワイヤ走行速度 V (m/min) を取り、縦軸にワイヤライフ WL (mm<sup>2</sup>/m) とした測定結果を示す。ここでワイヤライフ WL とは、単位ワイヤ長さ (m) 当たりにおける、大砥粒 72 の脱落無しに切断できたインゴットの切断面積 (mm<sup>2</sup>) を示している。従ってワイヤライフ WL の値が大きいくほどワイヤの寿命が長く、経済的であることを示している。図 5 によると、ワイヤ走行速度 V = 1200 (m/min) 以上になると V = 900 (m/min) の状態におけるワイヤライフと比べて 2 倍以上急に大きくなり、更にワイヤ走行速度 V を増すことによってワイヤライフ WL の値は増加する。

【0038】なお、ワイヤ走行速度を向上させるための手段としては、図示しないグルーブローラ 18、18 の駆動モータ及びワイヤリールモータ 28A、28B の高出力化 (トルク、回転数向上) や、グルーブローラ 18、18 の駆動減速比の変更、グルーブローラ 18、18 の大径化、ワイヤリール 24A、24B の軽量化、切断に使用する固定砥粒ワイヤの量を減らしてワイヤリールモータ 28A、28B にかかる負荷を減らす等の対策を組み合わせ対応する。

【0039】なお、水溶性の加工液 50 として、一般の切削に用いる JIS-K2241 に示される W1 種及び

W2 種の水溶性切削油剤を用いて切断しても本発明の目的は達成される。但し、一般の切削加工では金属の切削が主であるのでシリコンインゴット 38 の切断に際しては、工具の構成歯先を防止するための添加剤や非鉄金属防食剤等は添加されていなくても本発明の目的は達成される。

#### 【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る固定砥粒マルチワイヤソーによれば、被加工物の切断部分とその近傍に水または水溶性の加工液を噴射しながら切断加工を行うようにしたので、固定砥粒付ワイヤの寿命が延びるとともにウェーハの切断面のうねり量が減少し、被加工物の切断面精度を良好にすることができ、生産率の向上及び生産コストの低減を図ることができる。また、複数の固定砥粒ワイヤソーに対する加工液の一括管理が容易に可能となったので固定砥粒マルチワイヤソーの部品構成が簡潔となり、作業環境を良好な状態に維持でき、加工液の処理も容易となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る固定砥粒マルチワイヤソーのワイヤ経路構成図

【図 2】インゴット 38 を切断中の固定砥粒ワイヤ 20 を誇張して示した断面図

【図 3】ワイヤ走行速度 V (m/min) と加工変質層深 D (μm) との関係を測定した結果を示す図

【図 4】ワイヤ走行速度 V (m/min) と切断抵抗 F<sub>Z</sub> (gf/cm) との関係を示す図

【図 5】ワイヤ走行速度 V (m/min) とワイヤライフ WL (mm<sup>2</sup>/m) との関係を示す図

#### 【符号の説明】

10…固定砥粒マルチワイヤソー

20…固定砥粒付ワイヤ

38…インゴット

50…加工液

54…加工液ノズル

71…ワイヤ素線

72…大砥粒

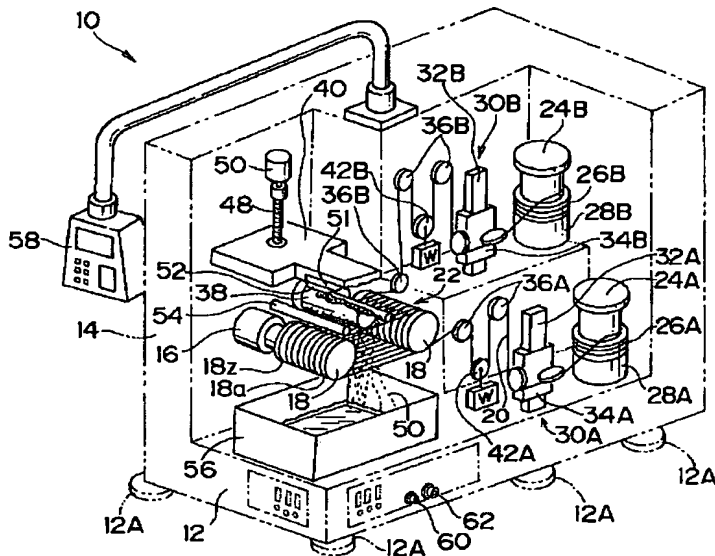
73…小砥粒

74…固着材

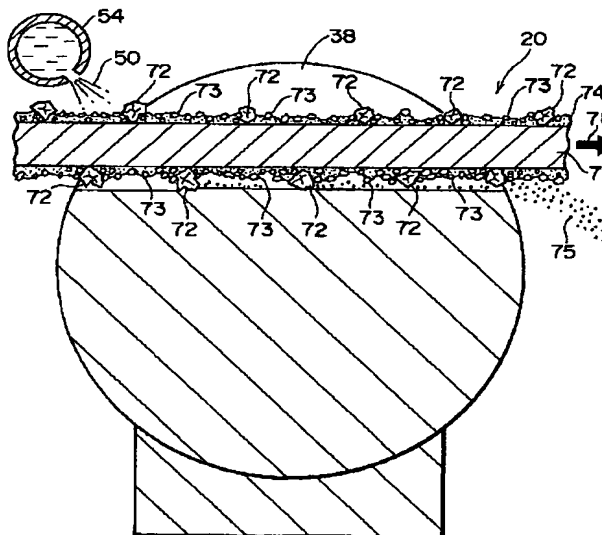
75…切断粉



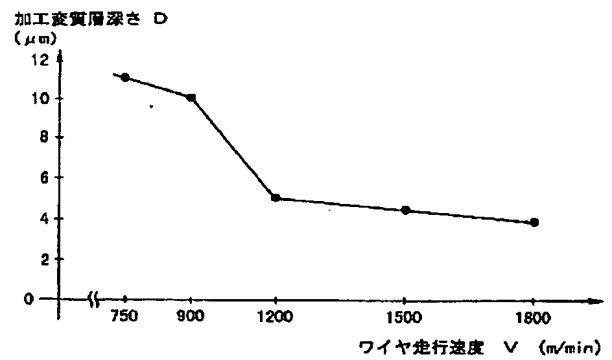
【図 1】



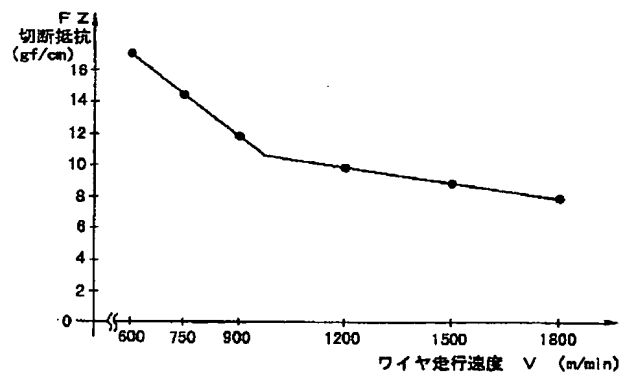
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

